



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003105446 A

(43) Date of publication of application: 09.04.03

(51) Int. Cl

**C21D 9/46**  
**B21B 1/26**  
**B21B 3/00**  
**B21B 45/00**  
**C21D 1/42**  
**C22C 38/00**  
**C22C 38/06**  
**C22C 38/38**

(21) Application number: 2001294016

(22) Date of filing: 26.09.01

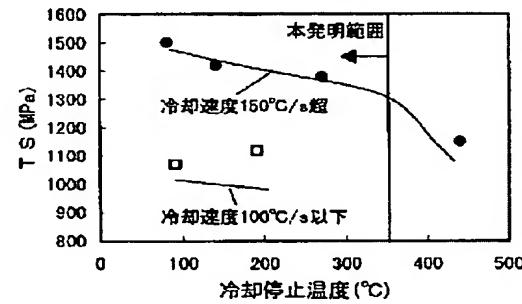
(71) Applicant: NKK CORP

(72) Inventor: NAKADA HIROSHI  
INOUE TADASHI  
KIKUCHI HIROYASU  
IMADA SADANORI(54) HIGH STRENGTH HOT ROLLED STEEL SHEET,  
AND PRODUCTION METHOD THEREFORmartensite, and in which the variation of tensile strength in the coil is  $\pm 8\%$  from a central value.

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high strength hot rolled steel sheet of a relatively low alloy which has excellent workability, and to provide a production method therefor.

SOLUTION: Steel containing 0.06 to 0.25% C, 22% Si, 0.5 to 2.5% Mn, and 20.1% sol.Al is hot-rolled so as to be finished at an  $Ar_3$  point or higher, and, within 2 sec, cooling is started, the cooling rate is controlled to  $>150^{\circ}\text{C/s}$ , and the cooling is stopped at  $2350^{\circ}\text{C}$  to produce a high strength hot rolled steel sheet. Alternatively, steel, further containing one or more metals selected from Ti, Nb, V, and Zr by 0.01 to 0.2% in total, or containing one or more metals selected from 21% Cr and 21% Mo can be used. It is also possible that a crude bar or the stock to be rolled is subjected to induction heating at the inlet side of a finish rolling mill or between stands, the variation width of the cooling stopping temperature is controlled to  $260^{\circ}\text{C}$ , and the draft in the final stand is controlled to  $<30\%$ . The high strength hot rolled steel sheet has a structure essentially consisting of



COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-105446  
(P2003-105446A)

(43)公開日 平成15年4月9日(2003.4.9)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
C 21 D 9/46  
B 21 B 1/26  
3/00  
45/00  
C 21 D 1/42

識別記号

F I  
C 21 D 9/46  
B 21 B 1/26  
3/00  
45/00  
C 21 D 1/42

テマコード(参考)  
T 4 E 0 0 2  
E 4 K 0 3 7  
A  
N  
R

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-294016(P2001-294016)

(71)出願人 000004123

日本钢管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(22)出願日 平成13年9月26日(2001.9.26)

(72)発明者 中田 博士

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本钢管株式会社内

(72)発明者 井上 正

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本钢管株式会社内

(74)代理人 100116230

弁理士 中濱 泰光

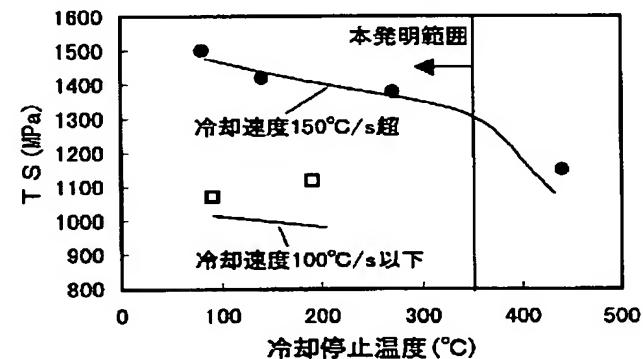
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高強度熱延鋼板およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 加工性に優れた比較的低合金の高強度熱延鋼板およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 C:0.06~0.25%、Si:2%以下、Mn:0.5~2.5%、sol.Al:0.1%以下を含有する鋼を、Ar<sub>3</sub>変態点以上で熱間圧延を終了し、2秒以内に冷却開始、冷却速度150°C/s超、350°C以下で冷却を停止する高強度熱延鋼板の製造方法。さらに、Ti,Nb,V,Zrの内1種以上を合計で0.01~0.2%、又は、Cr:1%以下、Mo:1%以下の内1種以上を含有する鋼を用いてもよい。また、仕上圧延機の入側又はスタンド間で、粗バー又は被圧延材を誘導加熱すること、冷却停止温度の変動幅を60°C以内にすること、最終スタンドの圧下率を30%未満とすることもできる。組織がマルテンサイトを主体とし、コイル内の引張強度の変動が中心値±8%以内である高強度熱延鋼板。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学成分として、mass%で、C:0.06~0.25%、Si:2%以下、Mn:0.5~2.5%、sol.Al:0.1%以下を含有する鋼を铸造後、直接又は再加熱して熱間圧延を行い、Ar<sub>3</sub>変態点以上の仕上温度で熱間圧延を終了し、圧延終了後2秒以内に冷却を開始し、冷却速度を150°C/s超とともに、350°C以下の温度で冷却を停止することを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の高強度熱延鋼板の製造方法において、化学成分として更にmass%で、Ti,Nb,V,Zrの内1種以上を合計で0.01~0.2%含有する鋼を用いることを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2記載の高強度熱延鋼板の製造方法において、化学成分として更にmass%で、Cr:1%以下、Mo:1%以下、B:0.1%以下の内1種以上を含有する鋼を用いることを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項4】 仕上圧延機の入側又は仕上圧延機のスタンド間に誘導加熱装置を設置して、粗バー又は被圧延材を加熱することにより、仕上温度を調整することを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項5】 冷却を停止する温度の変動幅を60°C以内に冷却制御することを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項6】 仕上圧延の最終スタンドの圧下率を30%未満とすることを特徴とする請求項1ないし請求項5記載の高強度熱延鋼板の製造方法。

【請求項7】 化学成分が請求項1ないし請求項3記載の化学成分であり、組織がマルテンサイトを主体とする組織であるとともに、コイル内の引張強度の変動が中心値±8%以内であることを特徴とする高強度熱延鋼板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、加工性に優れた高強度熱延鋼板およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車の軽量化等を目的として、高い強度と加工性が要求される用途の熱延鋼板において、低温変態相を利用した高強度熱延鋼板が実用化されてきている。これらの高強度熱延鋼板は、種々の構造部材や部品への適用が進められており、適用範囲の拡大に伴い、年々その仕様は厳しくなっており、さらなる加工性の向上が望まれている。

【0003】 このような変態組織強化鋼の強度-加工性バランスを向上させるには、組織をさらに微細化する必要がある。高強度熱延鋼板の組織制御は、一般に仕上圧延およびその後の冷却の制御を行うことで、低温変態相を生成させることにより可能である。そこで、これらの製造条件を限定することにより加工性の向上を図る技術

が提案されている。

【0004】 例えば、特開2000-109951号公報には、Nb, Ti等の析出強化型元素を添加することにより組織を細粒化し、圧延後20~150°C/sで冷却することにより、高い強度と加工性を得る技術が提案されている。

【0005】 また、特開平07-197184号公報には、低温変態生成物による高強度熱延鋼板及びその製造方法が開示されている。その技術は、Si-Mn-Mo添加鋼に、更にTi, V, Nbのうちの1種以上、必要に応じてB, Crを含み、Ar<sub>3</sub>以上の温度域で熱間圧延を仕上げた後、急冷し、巻取ることにより製造され、980N/mm<sup>2</sup>以上の強度を有しており、自動車のバンパー、ドアの補強部材等に適しているというものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記特開2000-109951号公報記載の技術は、高い強度を得るためにには多量の添加元素を必要とする。そのため、マルテンサイトを主体とする組織とするためには、Mn等の合金元素を大量に添加する必要がある。同公報記載の実施例でも、発明例はC, Siを高くするか又はMnを2.5~3.0%添加しており、溶接性や加工性に問題があると予想される。さらに、材質の均一性の観点から冷却条件(熱伝達係数)を制限しているため、適用範囲が、実質的に極薄物の高強度熱延鋼板に限定される。

【0007】 特開平07-197184号公報記載の技術では、その実施例においてその熱延後の冷却がシャワー冷却であり、冷却速度を大きくとることができない。そのため、Moをはじめとする多量の合金元素の添加が必須となる。事実、同公報の実施例においては、中炭素鋼(0.31%C)を除き、いずれもMnを1.8%以上かつMoを0.9%以上というように多量に添加している。

【0008】 本発明はこれらの課題を解決し、加工性に優れた比較的低合金の高強度熱延鋼板およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記の課題は次の発明により解決される。その発明は、化学成分として、mass%で、C:0.06~0.25%、Si:2%以下、Mn:0.5~2.5%、sol.Al:0.1%以下を含有する鋼を铸造後、直接又は再加熱して熱間圧延を行い、Ar<sub>3</sub>変態点以上の仕上温度で熱間圧延を終了し、圧延終了後2秒以内に冷却を開始し、冷却速度を150°C/s超とともに、350°C以下の温度で冷却を停止することを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法である。

【0010】 ここで、化学成分としては、上記元素に加えてさらにmass%で、Ti, Nb, V, Zrの内1種以上を合計で0.01~0.2%含有する鋼を用いることもできる。また、これらの鋼の化学成分に加えてさらに、mass%で、Cr:1%以下、Mo:1%以下の内1種以上を含有する鋼を用いることもできる。

【0011】これらの発明は、高強度熱延鋼板の加工性を劣化させずに、高強度化を図るために冷却条件について検討した結果なされた。その過程で、圧延直後から一定時間以内に急冷を開始し、ある温度以下で急冷を停止することが、微細なマルテンサイトを主体とする組織の生成、および、鋼板形状の劣化防止に有効であるという知見を得た。この発明は、この知見に基づきなされたものであり、以下その詳細について説明する。

【0012】まず、化学成分について説明する。

【0013】C: 0.06~0.25% (mass%, 以下同じ)

Cは、焼入れ性を向上させ、低温変態相であるマルテンサイトを生成させて熱延鋼板の強度を確保するために必要な元素であり、そのためには最低0.06%必要である。一方、0.25%を超えるCは、加工性および溶接性を劣化させる。従って、Cを0.06~0.25%の範囲内とする。

【0014】Si: 2%以下

Siは、固溶強化に寄与する元素であり、目標とする強度レベルに合わせて添加することができる。但し、Siが2%を超えると溶接性および表面性状を劣化させる。従って、Siを2%以下とする。

【0015】Mn: 0.5~2.5%

Mnは、焼入れ性を高める元素であり、鋼板の強度を確保するためには、0.5%は必要である。一方、Mnが2.5%を超えると、その効果が飽和するばかりか、凝固偏析によるバンド状組織を形成して加工性並びに耐遅れ破壊特性を劣化させる。従って、Mnを0.5~2.5%の範囲内とする。

【0016】sol.AI: 0.1%以下

AIは、脱酸剤として使用されると同時に、不可避的不純物として含有されるNを固定して、加工性を向上させる効果を有する。しかし、0.1%を超えてAIを添加しても、その効果が飽和すると共に、清浄度を悪化させて加工性を劣化させる。従って、AIをsol.AIで0.1%以下とする。

【0017】Ti,Nb,V,Zr: 添加する場合、合計で0.01~0.2%

本発明では、上記の化学成分に加えて、強度調整あるいは韌性向上のため、必要に応じてTi,Nb,V,Zrを添加する。ここで、韌性については、熱間での炭化物形成により、結晶粒の粗大化が防止される効果によると考えられる。これらの元素は、合計の添加量が0.01%未満では効果がなく、0.2%を超えると効果が飽和する。従って、Ti,Nb,V,Zrを添加する場合は、これらの添加量を合計で0.01~0.2%とする。

【0018】Cr,Mo: 添加する場合、いずれも1%以下

CrおよびMoは、焼入れ性を高める元素であり、鋼板の強度に寄与する効果を有するので、必要に応じて添加することができる。しかし、これらの元素は、合金コストが高くコスト増を招くと共に、それぞれ1%を超えると溶接性を劣化させる。従って、これらの元素を添加する場合は、Cr,Moとも1%以下とする。

10 【0019】B: 添加する場合、0.01%以下

Bは、焼入れ性を高める元素であり、必要に応じて添加することができる。しかし、0.01%を超える添加は溶接性を劣化させる。従って、Bを添加する場合は0.1%以下とする。

【0020】その他の元素については、本発明の効果を妨げない範囲で含まれていてもよい、即ち残部が実質的に鉄であればよい。例えば耐遅れ破壊特性の向上を目的に、Ca,REM等をそれぞれ0.005%以下添加してもよい。熱間加工性を向上させる微量元素等を添加することもできる。

10 なお、P,S,N等の不可避的不純物については、低い方が好ましいが、通常の高強度熱延鋼板の範囲内であれば含まれていてもよい。

【0021】次に、本発明における製造条件について説明する。

【0022】仕上温度: Ar<sub>3</sub>変態点以上

仕上温度がAr<sub>3</sub>変態点未満になると、フェライトが生成して強度が低下する。また、変態後のフェライト相が加工されるため、延性の劣化、面内異方性の増加等、材質上好ましくない結果となる。従って、仕上温度をAr<sub>3</sub>変態点以上とする。

【0023】圧延終了後の冷却開始時間: 2秒以内

圧延終了後は、オーステナイトの再結晶又は回復が進行する。冷却開始時間を圧延終了後2秒以内とすることにより、再結晶粒の成長又は回復の進行を抑制し、オーステナイトの結晶粒を微細化し、変態後の組織をマルテンサイト組織主体の微細な組織とすることができる。

【0024】冷却速度: 150°C/s超

30 この発明では、オーステナイトの結晶粒を微細化しているので、焼入れ性が低下する。そのため、冷却速度が150°C/s以下では、ポリゴナルフェライトあるいはペイナイトの生成が無視できなくなり、強度が低下する。従って、冷却速度を150°C/s超とする。

【0025】冷却停止温度: 350°C以下

冷却停止温度については、350°Cを超えると、ポリゴナルフェライトあるいはペイナイトが生成するため強度が低下する。従って、冷却停止温度は350°C以下とする。

【0026】以上の基本的な製造条件により、鋼板形状を損なうことなく、微細なマルテンサイトを主体とする組織を有する高強度熱延鋼板を製造することができる。更に、これらの発明には次の製造条件を加えることができる。

40 【0027】上記の発明において更に、仕上圧延機の入側又は仕上圧延機のスタンド間に誘導加熱装置を設置して、粗バー又は被圧延材を加熱することにより、仕上温度を調整することを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法とすることもできる。

【0028】この発明は、粗圧延された粗バー又は仕上圧延中の被圧延材を誘導加熱装置により加熱する。これにより、圧延中の被圧延材の温度をより均一にでき、コ

イル内の機械的性質のより一層の均一化を図ることができる。

【0029】また、上記の発明において更に、冷却を停止する温度の変動幅を60℃以内に冷却制御することを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法とすることもできる。

【0030】この発明は、冷却制御により冷却停止温度の変動幅を60℃以内とする。これにより、後述のように引張強度の変動幅を16%以内（中心値±8%以内）に抑えられることがある。ここで、変動幅は最高値と最低値の差であり、変動幅60℃以内というのは、中心値±30℃以内と同じ意味である。

【0031】その他、上記の発明において更に、仕上圧延の最終スタンダードの圧下率を30%未満とすることを特徴とする高強度熱延鋼板の製造方法とすることもできる。

【0032】この発明は、仕上圧延時の最終スタンダードの圧下率を30%未満に制限しているので形状調整の効果があり、加工性のみならず板形状に優れた鋼板を得ることができる。

【0033】これらの発明により製造することができる高強度熱延鋼板の発明は、化学成分が上記の発明の化学成分であり、組織がマルテンサイトを主体とする組織であるとともに、コイル内の引張強度の変動が中心値±8%以内であることを特徴とする高強度熱延鋼板である。

【0034】この発明の高強度熱延鋼板は、組織がマルテンサイトを主体とする組織であるとともに、引張強度の変動幅が16%以内（中心値±8%以内）に抑えられている。このような鋼板は、前述の製造方法により製造することができる。

【0035】

【発明の実施の形態】発明の実施に当たっては、連続鋳造から粗圧延まで直接圧延を行う直送圧延プロセス、又はスラブの再加熱を伴う製造プロセスにおいても、加工性を優れたレベルとするためには、化学成分を特定範囲に制御する必要がある。本発明では、C, Si, Mn, sol. Alの含有量を前述のように制御しているが、例えば耐遅れ破壊特性の向上を目的に、さらにCaやREM等を0.005%以下添加することができる。その他、本発明の効果を妨げない範囲で、例えば熱間加工性を向上させる微量合金元素を添加することもできる。

【0036】また、加工性および溶接性を考慮すると、次の式で表されるCeqが0.6以下であることが望ましい。

【0037】

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Ni + Cu)/15 + (Cr + Mo + V)/5 \quad (1)$$

以上の化学成分を有する鋼を溶製後、造塊法、連続鋳造法等の方法でスラブに鋳造する。連続鋳造スラブは、直送圧延プロセス又はスラブの再加熱を伴う製造プロセスにより粗圧延を行う。粗圧延後の粗バー又は仕上圧延中の被圧延材を、誘導加熱装置により加熱することにより、コイル内の機械的性質の均一化が図れる。また、仕

上温度をAr<sub>3</sub>変態点直上の狭い温度範囲に制御することにより、オーステナイト結晶粒を微細化すると同時に、粒内の変形帶の密度を高めて実質的なオーステナイト粒径を小さくする。その結果、本発明の組織微細化の効果をより効果的に発揮させることができる。

【0038】本発明の効果は、原理的に、仕上圧延前の粗バーの加熱あるいは保熱の有無やその手法にはよらずに得られる。従って、誘導加熱に限らずコイルボックス等を用いた連続圧延プロセスに対しても、効果的に使用できる。また、仕上圧延直前または仕上圧延中に、被圧延材を誘導加熱装置により加熱するとき、エッジ加熱を行ってもよく、特に板厚2mm以下の薄鋼板を製造する場合に効果的である。

【0039】仕上圧延後は、前述の時間以内に冷却を開始することで、オーステナイトが再結晶する場合でも、再結晶粒の粒成長を防止して組織の微細化が達成できる。このようにして、オーステナイトが微細化され、変態後の組織をマルテンサイト組織主体の微細な組織とすることができる。

【0040】本発明で、マルテンサイト組織を主体とするというのは、ほぼ全体がマルテンサイト組織であり、光学顕微鏡写真ではポリゴナルフェライトおよびパラライトが認められないということである。仮に多少のアシキュラフェライト（ペイナイト）が含まれていたとしても、強度を低下させるほど多くはなく、無視できる程度であればよい。

【0041】仕上圧延後の鋼板は急冷するが、冷却開始時期については、圧延終了後0.5秒以内では、オーステナイトに過度の加工歪みが残留したままであり、その状態で冷却を開始すると焼入れ性が低下し、鋼板の強度が低下する。また冷却設備の設置についても、圧延終了後0.5秒以内で冷却を開始することは、圧延機出側のスペースを考慮すると位置的に困難である。従って、冷却開始時期は、圧延終了後0.5秒超とすることが望ましい。

【0042】冷却速度については、マルテンサイトの微細化の観点からは、300℃/s以上とすることが望ましい。なお、冷却速度の上限は特に規定しないが、冷却設備の能力により操業上は適宜上限を設定すればよい。

【0043】冷却停止温度については、図1に冷却停止温度と強度TSの関係を示す。冷却速度が150℃/s超の場合、冷却停止温度が350℃以下の領域で高い強度TSが得られることが分かる。また、図2に冷却停止温度と熱延鋼板の形状の関係を示す。冷却停止温度が低すぎると熱延鋼板の形状が劣化している。この図2に示すように、冷却速度が本発明の範囲である150℃/s超の場合でも、100℃未満のような低温まで冷却すると、冷却むらの影響で鋼板形状が悪くなる。従って、冷却停止温度は、100～350℃とすることが好ましい。

【0044】このようにして、冷却速度を150℃/s超とする急冷を行った後は、そのままあるいは巻取温度まで

更に冷却（緩冷却可）してコイルに巻取る。なお、冷却停止後、相変態による復熱等で300°Cより高い温度となると、焼戻し脆化により延性が低下することがある。従って、冷却停止後、300°Cより高い温度とならないよう、巻取温度まで冷却することが望ましい。

【0045】巻取温度についても、冷却後の鋼板を300°Cより高い温度で巻取ると、焼戻し脆化により延性が低下することがある。従って、巻取温度を300°C以下とすることが好ましい。

【0046】このようにして、本発明では、コイル内の温度の変動を低減することにより、熱延鋼帶の幅方向及び長手方向における引張強さの変動（最大値と最小値の差）が、コイル内の引張強さの平均値の±8%以内であることを特徴とする熱延鋼板を得ることができる。このようなばらつきが狭小な鋼板は、曲げ加工時のスプリングバック等、プレス加工性のコイル内での変動が小さい。その結果、需要家においても、プレス加工後の形状矯正工程を省略でき、製品歩留りの向上も可能であり、工業的に非常に有用である。

【0047】また、熱延鋼帶の材質のばらつきを好ましいレベルまで低減するためには、上記の急冷停止温度を\*

\*発明の範囲内とともに、さらに、引張強さの変動を±4%以内とすることにより、上記の需要家での性能を格段に向上し得る。これは、上記の冷却停止温度の変動を40°C以内とすることにより、材質のばらつきをこのように狭小化できる。さらに、引張強さの変動を±2%以内とするには、上記の急冷停止温度の変動を20°C以内とすればよい。

【0048】なお本発明におけるコイル幅方向の温度は、温度センサの測定方法も考慮して、コイル幅両エッジから30mmを除いた範囲を指す。また、引張特性については、コイル幅両エッジから30mmおよびコイル長手方向の両端から各5mを除いた位置より採取したサンプルを用いて調査し、総ての値の平均値をコイル内平均値とする。

#### 【0049】

【実施例】表1に示す化学成分を有する鋼No.1~3を溶製した。いずれも本発明の範囲内である。これらの鋼を、表2に示す製造条件で圧延し、板厚3.25mmの熱延コイルNo.1~5を製造した。

#### 【0050】

【表1】

鋼No.	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Mo	Cr	Ceq	備考
1	0.16	0.01	1.45	0.010	0.001	0.042	0.0029	0.15	0.22	0.48	発明鋼
2	0.10	0.22	1.79	0.013	0.001	0.037	0.0030	0	0.01	0.40	発明鋼
3	0.20	0.37	1.67	0.011	0.001	0.040	0.0024	0	0.03	0.48	発明鋼

#### 【0051】

【表2】

No.	鋼No.	加熱温度 (°C)	仕上温度 (°C)	冷却開始時間 (s)	冷却速度 (°C/s)	冷却停止温度 (°C)	巻取温度 (°C)	備考
1	1	1250	895	0.7	380	270	180	本発明例
2	1	1250	890	0.7	45	190	140	比較例
3	2	1250	890	0.6	440	180	130	本発明例
4	2	1250	885	0.6	55	80	室温	比較例
5	3	1250	885	0.7	450	140	100	本発明例

下線部：発明範囲外

【0052】これらの熱延コイルについて、機械的性質を調べた。機械的性質としては、引張試験および曲げ試験を行った。測定結果を表3に示す。なお、曲げ試験の結果については、割れが発生しない最小の曲げ半径である限界曲げ半径を板厚に対する比（曲げ半径/板厚）で表してある。この限界曲げ半径の値が小さい方が、より過酷な曲げ加工に耐えうることを示す。

#### 【0053】

【表3】

No.	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	限界曲げ半径 r/t	備考
1	1130	1380	13	2.0	本発明例
2	900	1120	14	3.2	比較例
3	980	1180	15	1.7	本発明例
4	650	800	13	2.8	比較例
5	1180	1420	14	2.4	本発明例

【0054】本発明例の鋼板No.1,3,5は、Ceqが0.40~0.46と低いにもかかわらず、1180~1420MPaと高い強度が得られている。また、本発明例の鋼板No.1,3は、同一化学成分であっても本発明の製造条件を満たしていない比較例の鋼板No.2,4に比べて、加工性を劣化させることなく、著しく強度特性が向上していることが明らかである。また、曲げ加工については、本発明の鋼板は、比較例の鋼板に比べて、向上（限界曲げ半径が減少）している。

【0055】表4に冷却停止温度の変動幅と引張強さの変動(TS変動)を示す。

#### 【0056】

【表4】

No.	冷却停止温度の変動 (°C)	TSの変動		備考
		(MPa)	(±%)	
1	46	160	5.8	本発明例
2	44	100	4.5	比較例
3	50	125	5.3	本発明例
2	73	140	8.8	比較例
3	36	95	3.3	本発明例

下線部：発明範囲外

【0057】この表より、冷却停止温度変動が60°C以内とすることで、引張強さの変動が±8%以内（表4の材質変動の欄）に抑えられていることが分かる。

【0058】

【発明の効果】本発明は、圧延直後から一定時間以内に冷却を開始し、冷却開始後は所定の温度以下まで急冷を

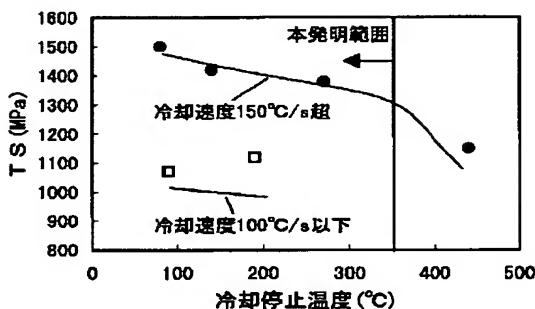
行うことにより、金属組織を微細なマルテンサイトを主体とする組織としているので、曲げ加工等の加工性に優れた高強度熱延鋼板の製造が可能である。更に、冷却停止温度の変動幅を制御することにより、機械的性質が均一で、かつ板形状にも優れた高強度熱延鋼板の製造が可能である。また、連続鋳造から熱間圧延まで直接行う直送圧延プロセス、又はスラブの再加熱を伴う製造プロセスにおいても適用でき、優れた加工性を有する工業的に有用な効果がもたらされる。

## 10 【図面の簡単な説明】

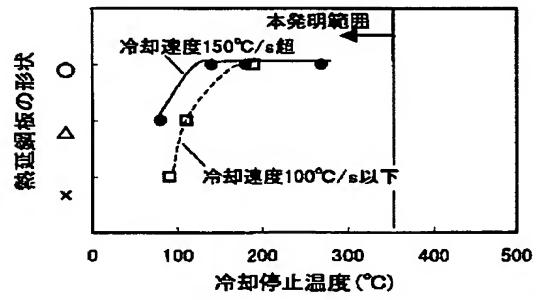
【図1】冷却停止温度と強度TSの関係を示す図。

【図2】冷却停止温度と熱延鋼板の形状の関係を示す図。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int.CI.<sup>7</sup> 識別記号  
C 22 C 38/00 301  
38/06  
38/38

F I テーマコト<sup>8</sup> (参考)  
C 22 C 38/00 301 W  
38/06  
38/38

(72) 発明者 菊池 啓泰  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

F ターム (参考) 4E002 AA07 AD04 BC05 BC07 BD07  
BD08 CB01  
4K037 EA01 EA02 EA05 EA06 EA11  
EA15 EA16 EA17 EA19 EA27  
EA28 EA31 EA32 EA35 EB05  
EB09 FC07 FD04 FE01 HA03  
JA02

(72) 発明者 今田 貞則  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内